



(19)

(11) Publication number: 07335969 A

Generated Document.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 06126078

(51) Intl. Cl.: H01S 3/18

(22) Application date: 08.06.94

(30) Priority:  
(43) Date of application publication: 22.12.95  
(84) Designated contracting states:

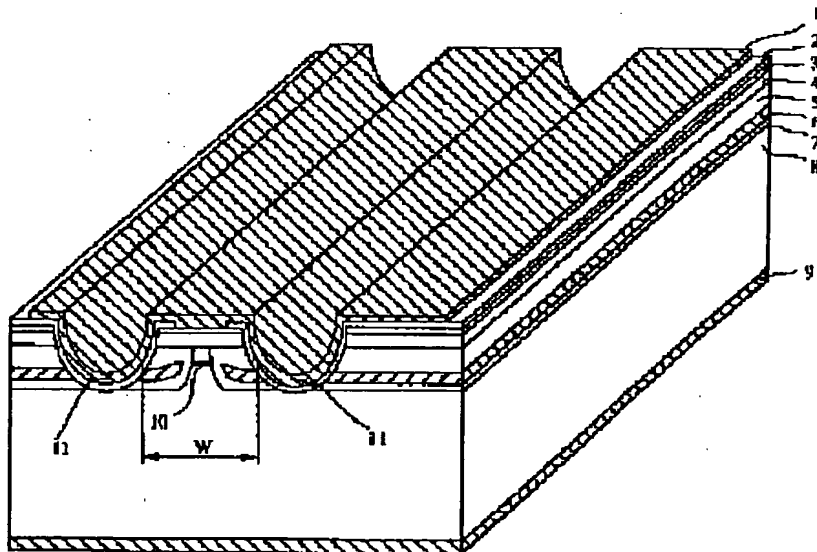
(71) Applicant: HITACHI LTD  
(72) Inventor: OKA SATOHIKO  
OISHI AKIO  
ONO YUICHI  
(74) Representative:

(54) SEMICONDUCTOR  
LASER ELEMENT AND  
SEMICONDUCTOR LASER  
ARRAY ELEMENT

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To reduce the threshold value of a semiconductor laser element and a semiconductor laser array element and increase the efficiency thereof by utilizing a photon recycling effect and increasing the resistance of a current constricting layer.

**CONSTITUTION:** This semiconductor laser element and semiconductor laser array element has an embedded hetero type current constriction structure in which an n-InP block layer 6 and a p-InP block 5 are disposed in the vicinity of an active layer stripe 10 having a width of about  $1\mu\text{m}$  which is formed in a p-InP substrate 8. They have a groove 11 provided on both sides of the active layer stripe in parallel thereto. The depth of the groove 11 is deeper than the position of the active layer stripe 10, and the interval (W) is  $10\mu\text{m}$ . An n-side electrode 1 having a thickness of not less than  $1\mu\text{m}$  and made up of Au is formed in the whole of the element surface including the groove 11 and has the function of a high reflecting mirror to natural emission light from the active layer stripe 10.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-335969

(43)公開日 平成7年(1995)12月22日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平6-126078

(22)出願日 平成6年(1994)6月8日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 岡 聡彦

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所光技術開発推進本部内

(72)発明者 大石 昭夫

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所光技術開発推進本部内

(72)発明者 小野 佑一

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所光技術開発推進本部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

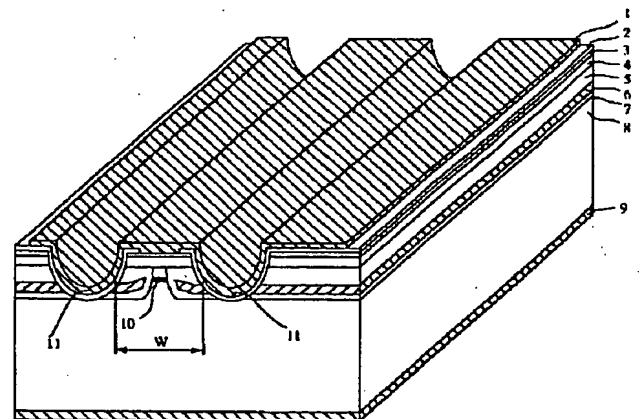
(54)【発明の名称】 半導体レーザ素子及び半導体レーザアレイ素子

(57)【要約】

【目的】 フォトンリサイクリング効果の利用や電流狭窄層の高抵抗化により、半導体レーザ素子あるいは半導体レーザアレイ素子のしきい値低減及び効率増大を図る。

【構成】 p-I n P基板8上に形成された幅約1  $\mu$ mの活性層ストライプ10の近傍にn-I n Pブロック層6及びp-I n Pブロック層5を配置した埋込ヘテロ型電流狭窄構造を有している。また、活性層ストライプ10の両側にはこれと平行に設けられた溝11をもつ。溝11の深さは活性層ストライプ10の位置より深く、その間隔Wは10  $\mu$ mである。厚さ1  $\mu$ m以上のAuからなるn側電極1は溝11を含む素子表面全体に形成され、活性層ストライプ10からの自然放光に対する高反射ミラーの機能をもつ。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体基板上に積層された半導体多層膜からなる活性層ストライプ及び電流狭窄構造を有する半導体レーザ素子において、前記活性層ストライプの両側に前記活性層ストライプの位置より深い溝を有し、前記溝側面及び前記活性層ストライプ上方の素子表面に高反射膜が形成されていることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項 2】半導体基板上に積層された半導体多層膜からなる活性層ストライプ及び電流狭窄構造を有し、前記活性層ストライプの両側に有する溝により電気的分離を確保することによって独立動作が可能な半導体レーザが複数個集積された半導体レーザアレイ素子において、前記溝の深さは該活性層ストライプの位置より深く、前記溝側面及び前記活性層ストライプ上方の素子表面に高反射膜が形成されていることを特徴とする半導体レーザアレイ素子。

【請求項 3】請求項 1 において、前記活性層ストライプの両側に有する溝の間隔が  $20\ \mu\text{m}$  以下である半導体レーザ素子。

【請求項 4】請求項 2 において、前記活性層ストライプの両側に有する溝の間隔が  $20\ \mu\text{m}$  以下である半導体レーザアレイ素子。

【請求項 5】請求項 1 において、前記高反射膜が電極を兼ねている半導体レーザ素子。

【請求項 6】請求項 2 において、前記高反射膜が電極を兼ねている半導体レーザアレイ素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、低しきい値で、高効率の半導体レーザ及びそのアレイ、特に光インターコネクション用半導体レーザアレイに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、半導体レーザの低しきい値化及び高効率化のために、活性層への量子井戸、あるいは歪量子井戸の導入や、電流狭窄構造の改良等により活性層の近傍を流れるリーク電流の低減を行っていた。近年、フォトンリサイクリング効果を利用して、面発光レーザのしきい値の低減や、効率を改善することが、IEEE、ジャーナル オブ クwantum エレクトロニクス、1993 年第 29 巻、2006~2012 ページ (IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, VOL. 29, NO. 6, JUNE 1993) 等で示された。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来例の面発光レーザはパルス動作では  $1\text{mA}$  以下のしきい電流が得られたが、CW 動作では活性層における発熱による活性層からクラッド層へのキャリアのオーバーフローによりしきい電流が  $2\text{mA}$  以上に上昇し、また実用的な大ききの光出力が得られないという問題があった。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の半導体レーザ素子あるいはそのアレイ素子の構造は、面発光型ではなく、CW 動作においても低しきい値、高光出力が可能で開（或いはエッチング）端面発光型とし、活性層ストライプの両側に平行で且つ活性層ストライプがある位置より深い溝が設けられ、更に溝側面及び活性層ストライプ上方の素子表面に高反射膜が形成されていることを特徴とする。

## 【0005】

【作用】本発明によれば、活性層ストライプの両側及び上方に配置された高反射膜によって、半導体レーザにキャリア注入を行ったとき活性層から放出される大部分のレーザ発振に寄与しなかった自然放出光の一部は、反射されて活性層に帰還し、キャリアが再生される。このフォトンリサイクリング効果により、注入キャリアのレーザ光への変換効率（量子効率）が増加する結果、発振しきい値の低減及び、効率の向上などの効果が得られる。また、活性層ストライプの両側に有する溝の間隔を  $20\ \mu\text{m}$  以下とし、活性層と高反射膜の距離を接近させることにより、フォトンリサイクリング効果が増すだけでなく、活性層の両側に配置され電流狭窄を行うための電流ブロック層が溝の間隔に反比例して高抵抗化するため、電流ブロック層におけるリーク電流が減少する。

【0006】従って、溝の間隔が狭いほど、発振しきい値の低減及び、効率の向上に対してより効果的である。また、半導体レーザアレイ素子では、活性層ストライプ両側の溝は電氣的、熱的クロストークを防ぐための分離溝としての機能も同時に有する。

## 【0007】

【実施例】図 1 に本発明の第 1 の実施例の半導体レーザ素子の構造を示す。本実施例のレーザ素子は  $p\text{-InP}$  基板 8 上に形成された幅約  $1\ \mu\text{m}$  の活性層 10 ストライプの近傍に  $n\text{-InP}$  ブロック層 6 及び  $p\text{-InP}$  ブロック層 5 を配置した埋込ヘテロ型電流狭窄構造を有している。

【0008】また、本実施例の特徴であるところの活性層ストライプ 10 の両側にはこれと平行に設けた溝 11 を有している。溝 11 の深さは活性層ストライプ 10 の位置より深く、その間隔  $W$  は  $10\ \mu\text{m}$  である。

【0009】 $n$  側電極 1 は厚さ  $1\ \mu\text{m}$  以上の  $\text{Au}$  からなり、活性層ストライプ 10 からの自然放出光に対する高反射膜としての機能を得るために、活性層側面及び上面全体を被うように形成されている。半導体層と  $n$  側電極 1 との絶縁は、シリコン酸化膜 2 によって行われ、活性層ストライプ 10 の真上に設けられた窓の部分でのみコンタクトを行っている。

【0010】この様な構造を有する本実施例の半導体レーザを動作させたところ、活性層ストライプの周囲に高反射膜を有しない場合に比べ、しきい電流値が 50% 低

減し、スロープ効率は10%向上した。この様に顕著に特性が改善したのは、以下に述べるようなメカニズムが働いたためと考えられる。

【0011】すなわち、n側電極1とp側電極9の間に順バイアスを印加すると、キャリアである電子及びホールが活性層ストライプ10に注入され、再結合し自然放出光が発生する。この自然放出光はキャリア注入の増加にともない増大し、しきい電流値に達するとレーザ発振するが、従来構造ではレーザ発振に寄与しなかった大部分の自然放出光は素子内部で吸収されるか外部に放射される。しかし、本実施例では活性層ストライプ10の周囲に配置されたn側電極1が、反射率90%以上の高反射ミラーとして機能し、これによって反射された自然放出光は活性層ストライプ10で再びキャリアに変換される。本実施例の半導体レーザは、このようなフォトンリサイクリング効果の働きと、電流ブロック構造の高抵抗化によるリーク電流の低減により上記の特性改善が実現できたと考えられる。

【0012】第1の実施例の半導体レーザ10個を同一半導体基板上に集積化した第2の実施例の半導体レーザ

10

10までの各素子は、第1の実施例の半導体レーザと同等の特性が得られただけでなく、溝11により各素子間の電气的分離が得られているので、NO. 1~NO. 10までの各素子を独立にそれぞれ $I_1 \sim I_{10}$ の駆動電流で動作させてもクロストークが発生しないという効果も得られた。

【0013】

【発明の効果】本発明によれば、半導体レーザの注入キャリアのレーザ光への変換効率が増加し、電流狭窄構造が高抵抗化するので、しきい電流値が低減し、スロープ効率が上昇するため、デバイスの消費電力低減に非常に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の半導体レーザ素子の説明図。

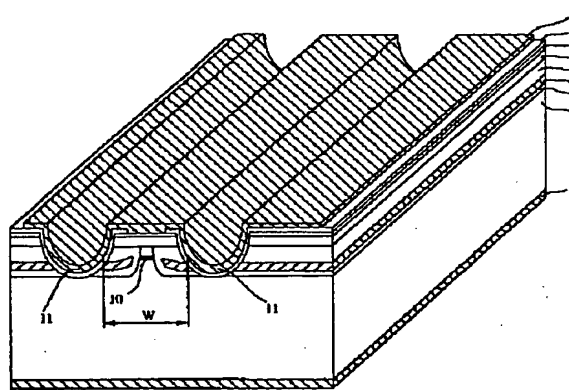
【図2】本発明の実施例2の半導体レーザアレイ素子の説明図。

【符号の説明】

1...n側電極、2...シリコン酸化膜、5...p-InPブロック層、6...n-InPブロック層、9...p側電極、10...活性層ストライプ、11...溝。

【図1】

図1



【図2】

図2

